

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-61312

(43)公開日 平成11年(1999)3月5日

(51)Int.Cl.⁶
C 22 C 21/06
1/02
21/12
C 22 F 1/047
1/057

識別記号
5 0 3

F I
C 22 C 21/06
1/02
21/12
C 22 F 1/047
1/057

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全13頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平9-232545

(22)出願日 平成9年(1997)8月28日

(71)出願人 000006655
新日本製鐵株式会社
東京都千代田区大手町2丁目6番3号
(72)発明者 菊池 正夫
千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内
(72)発明者 佐賀 誠
千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内
(74)代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

(54)【発明の名称】 押出用アルミニウム合金およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 スクラップ等のリサイクル材を原料としても、優れた押出性、機械的性質、耐食性、二次加工性を発揮できる押出用アルミニウム合金およびその製造方法の提供。

【解決手段】 押出用ビレットの長手方向に平行で幅方向に垂直な断面で見られる最大径が40μm以上である晶出物の個数が200個/mm²以下で、かつ、最大径と最小径の比(最大径/最小径)が5.0以上である晶出物の個数が100個/mm²以下であることを特徴とする押出用アルミニウム合金。その製造方法は、鋳造時に、合計で0.05~0.3重量%のNa、Sr、Sb、Ca、Te、Ba、Li、K、Bi、P、As、Seのうちの1種以上を添加することにより、スクラップ由来の不純物を無害化することを特徴とする。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%で、

Si : 1. 2%以下、

Fe : 1. 5%以下、

Cu : 0. 50%以下、

Mn : 1. 5%以下、

Mg : 2. 0~8. 0%、

Cr : 0. 35%以下、

Zn : 0. 50%、

Ti : 0. 20%以下、および

残部：Alおよび不可避不純物から成り、且つ押出用ビレットの長手方向に平行で幅方向に垂直な断面で見られる最大径が $40\text{ }\mu\text{m}$ 以上である晶出物の個数が200個/ mm^2 以下で、かつ、最大径と最小径の比（最大径/最小径）が5. 0以上である晶出物の個数が100個/ mm^2 以下であることを特徴とする押出用アルミニウム合金。

【請求項2】 重量%で、

Si : 0. 2~1. 5%、

Fe : 1. 5%以下、

Cu : 0. 50%以下、

Mn : 1. 5%以下、

Mg : 0. 2~1. 5%、

Cr : 0. 35%以下、

Zn : 0. 50%以下、

Ti : 0. 20%以下、および

残部：Alおよび不可避不純物から成り、且つ押出用ビレットの長手方向に平行で幅方向に垂直な断面で見られる最大径が $40\text{ }\mu\text{m}$ 以上である晶出物の個数が200個/ mm^2 以下で、かつ、最大径と最小径の比（最大径/最小径）が5. 0以上である晶出物の個数が100個/ mm^2 以下であることを特徴とする押出用アルミニウム合金。

【請求項3】 重量%で、

Si : 1. 2%以下、

Fe : 1. 5%以下、

Cu : 3. 0%以下、

Mn : 1. 5%以下、

Mg : 0. 2~3. 0%、

Cr : 0. 35%以下、

Zn : 1. 0~8. 0%、

Ti : 0. 20%以下、および

残部：Alおよび不可避不純物から成り、且つ押出用ビレットの長手方向に平行で幅方向に垂直な断面で見られる最大径が $40\text{ }\mu\text{m}$ 以上である晶出物の個数が200個/ mm^2 以下で、かつ、最大径と最小径の比（最大径/最小径）が5. 0以上である晶出物の個数が100個/ mm^2 以下であることを特徴とする押出用アルミニウム合金。

【請求項4】 請求項1から3までのいずれか1項に記

載のアルミニウム合金の製造において、溶解、鋳造、および均熱処理を順次行ってビレットを形成する際に、上記鋳造時にNa, Sr, Sb, Ca, Te, Ba, Li, K, Bi, P, As, Seのうちの1種以上を、合計で0. 005~0. 3重量%添加することを特徴とする押出用アルミニウム合金の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、車両、船舶、自動車、航空機、建築、その他構造物等の用途に用いられる、押出用アルミニウム合金およびその製造方法に係わり、さらに詳細に述べれば、スクラップ等のリサイクル材を原料としても、優れた押出性、機械的性質、耐食性等を発揮できるアルミニウム合金およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、各種構造物等に用いられる押出用アルミニウム合金としては、JISで規定される5000番系、6000番系、7000番系の合金が知られている。これらの合金では、押出性、機械的性質、耐食性、二次加工性等の諸特性に悪影響をおよぼすFe等の不純物の上限を低く抑えている。そのため、これらの合金の製造に際しては、純度の高い新地金が溶解原料の大部分として使用されているのが現状である。このことは、材料コストが高くなるばかりでなく、新地金の製造に大量のエネルギーを消費し、地球環境の破壊にもつながるという大きな問題となっている。そのため、スクラップ等の純度の低いリサイクル材を使用しても、優れた押出性、機械的性質、耐食性、二次加工性等を発揮できるアルミニウム合金が求められている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記課題に関して、アルミニウムスクラップを用いた二次地金の製造において、溶湯からの不純物を除去する技術の検討がなされているが（例えば、非鉄金属系素材リサイクル促進技術研究開発：基礎調査研究、要素技術研究成果報告書、平成7年、金属系材料研究開発センター）、未だ、新地金並みの純度には達しておらず、また、このような技術では、大きな設備投資とともに、高エネルギーを要するため、かえって、地球環境の破壊を助長することになりかねない。

【0004】本発明は、このような背景の基になされたものであり、スクラップ等の純度の低いリサイクル材を原料としても、高エネルギーを必要としない安価な方法で、押出性、機械的性質、耐食性および二次加工性に優れたアルミニウム合金を提供することを目的としたものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、低純度の原料を用いて製造されたアルミニウム合金において、不

純物が残留することはやむを得ないという発想に立ち、これらの不純物の悪影響を無害化することによって上記目的を達成しようとした。すなわち、本発明者らは、不純物を多量に含有するアルミニウム合金における晶出物のサイズおよび形状におよぼす微量元素添加の影響を調査し、特定の元素を添加することによって、晶出物を微細かつ球状化し、押出性、機械的性質、耐食性、二次加工性等を改善できることを見出し、本発明に至ったものである。

【0006】すなわち、本願第1発明によれば、重量%で、Si:1.2%以下、Fe:1.5%以下、Cu:0.50%以下、Mn:1.5%以下、Mg:2.0~8.0%、Cr:0.35%以下、Zn:0.50%、Ti:0.20%以下、および残部:Alおよび不可避不純物から成り、且つ押出用ビレットの長手方向に平行で幅方向に垂直な断面で見られる最大径が40μm以上である晶出物の個数が200個/mm²以下で、かつ、最大径と最小径の比(最大径/最小径)が5.0以上である晶出物の個数が100個/mm²以下であることを特徴とする押出用アルミニウム合金が提供される。

【0007】第2発明によれば、重量%で、Si:0.2~1.5%、Fe:1.5%以下、Cu:0.50%以下、Mn:1.5%以下、Mg:0.2~1.5%、Cr:0.35%以下、Zn:0.50%以下、Ti:0.20%以下、および残部:Alおよび不可避不純物から成り、且つ押出用ビレットの長手方向に平行で幅方向に垂直な断面で見られる最大径が40μm以上である晶出物の個数が200個/mm²以下で、かつ、最大径と最小径の比(最大径/最小径)が5.0以上である晶出物の個数が100個/mm²以下であることを特徴とする押出用アルミニウム合金が提供される。

【0008】第3発明によれば、重量%で、Si:1.2%以下、Fe:1.5%以下、Cu:3.0%以下、Mn:1.5%以下、Mg:0.2~3.0%、Cr:0.35%以下、Zn:1.0~8.0%、Ti:0.20%以下、および残部:Alおよび不可避不純物から成り、且つ押出用ビレットの長手方向に平行で幅方向に垂直な断面で見られる最大径が40μm以上である晶出物の個数が200個/mm²以下で、かつ、最大径と最小径の比(最大径/最小径)が5.0以上である晶出物の個数が100個/mm²以下であることを特徴とする押出用アルミニウム合金が提供される。

【0009】第4発明によれば、第1発明から第3発明までのいずれかのアルミニウム合金の製造方法であって、溶解、鋳造、および均熱処理を順次行ってビレットを形成する際に、上記鋳造時にNa, Sr, Sb, Ca, Te, Ba, Li, K, Bi, P, As, Seのうちの1種以上を、合計で0.005~0.3重量%添加することを特徴とする押出用アルミニウム合金の製造方法が提供される。

【0010】

【発明の実施の形態】以下に本発明を詳細に説明する。まず、成分組成の限定理由について述べる。第1発明のアルミニウム合金は、JISで規定される5000番系に属する合金であり、強度、二次加工性と耐食性に優れることが要求される合金である。第1発明の合金系においては、Mgが必須元素として添加され、他の成分は任意成分であり無添加(0%)の場合もある。

【0011】Mgは強度の向上に有効な元素であるが、2.0重量%未満ではその効果は小さく、一方、8.0重量%を越えると押出性が低下するばかりでなく、二次加工性、耐食性も低下する。そのため、Mg量は2.0~8.0重量%とした。Mnは結晶粒を微細化、安定化するとともに強度を上昇させる効果を有する元素であるが、1.5重量%を越えると、Feとともに粗大な金属間化合物を形成し、押出性および二次加工性を著しく低下させる。よって、Mnの含有量は1.5重量%と以下した。

【0012】Cuは、強度向上に有効な元素であるが、耐食性および溶接性に悪影響をおよぼす元素であり、その含有量が0.5重量%を越えると、これらの特性が大幅に低下するため、上限を0.5%重量とした。Znも、強度向上に有効な元素であるが、0.50重量%を越えると二次加工性、耐食性および溶接性が低下する。したがって、Znの含有量の上限は0.50重量%とした。

【0013】Crは、必要に応じて添加され、Mnと同じく、結晶粒を微細化、安定化するとともに強度を上昇させる効果を有する元素であるが、0.35重量%を越えると、二次性が低下する。よって、Crの上限は0.35重量%とした。SiおよびFeは、本来不可避不純物であるが、強度に有効であり、また、再結晶を抑制し、結晶粒の微細化に有効であるが、凝固時に、針状のMg₂Si、塊状のAl₃FeあるいはAl₆Feとして晶出し、押出加工時の焼き付きや変形抵抗の増加の原因となるばかりでなく、二次加工時のクラックの起点あるいは腐食環境での優先溶解箇所となるため、押出性、二次加工性、耐食性を低下させる。本発明における特定元素の添加によって、これらの晶出物は微細、球状化され、無害化されるが、Siの含有量が1.2重量%、Feの含有量が1.5重量%を越えると、その効果は不十分となり、押出性、二次加工性、耐食性等が低下する。したがって、Siの含有量は1.2重量%以下、Feの含有量は1.5重量%以下とした。

【0014】Tiは、一般に鋳塊の結晶粒微細化のため、単独あるいは微量のBと組み合わせて添加する。この場合、Tiの含有量が0.20重量%を越えるとその効果は飽和する上に、成形性をも低下させる。したがって、Tiの含有量は0.20重量%とする。Bを同時に添加する場合の添加量は0.0005~0.03重量

%が有利である。

【0015】第2発明のアルミニウム合金は、JISで規定される6000番系の合金であり、押出性に優れるとともに、時効強化によって中程度の強度が得られることが要求される。第2発明の合金系においては、MgおよびSiが必須元素として添加され、他の成分は任意成分であり無添加(0%)の場合もある。Mgは、Siとともに化合物を形成して強度の上昇に寄与するが、含有量が0.2重量%未満では、析出強化によって強度の上昇に寄与するMg₂Si相の生成量が少なくなるため、十分な強度が得られず、一方、1.5重量%を越えると、押出性が低下するとともに、粒界析出物が多数生成して、二次加工性および耐粒界腐食性が低下する。そのため、Mgの含有量は0.2~1.5重量%とした。

【0016】Siも、Mgとともに化合物を形成して強度の上昇に寄与するが、含有量が0.2重量%未満では、強化に寄与するMg₂Siの生成量が少なくなるため、十分が強度が得られず、一方、1.5重量%を越えると、押出性が低下するとともに、耐粒界腐食性も低下する。したがって、Siの含有量は0.2~1.5重量%とした。

【0017】Cuは、時効強化を促進させ、合金の強度を上昇させる元素であるが、含有量が1.0重量%を越えると、耐食性および溶接性が大幅に低下する。よって、Cuの上限は1.0重量%とした。Fe、Mn、Cr、ZnおよびTiについては、第1発明の合金の場合と同様の理由で、それぞれ重量%で、Fe:1.5%以下、Mn:1.5%以下、Cr:0.35%以下、Zn:0.50%以下、Ti:0.20%以下とした。

【0018】第3発明のアルミニウム合金は、JISで規定される7000番系の合金であり、6000番系の合金よりもさらに高強度が要求される。第3発明の合金系においては、ZnおよびMgが必須元素として添加され、他の成分は任意成分であり無添加(0%)の場合もある。第3発明のSi、Fe、Mn、CrおよびTiについては、第1発明の合金の場合と同様の理由で、それぞれ重量%で、Si:1.2%以下、Fe:1.5%以下、Mn:1.5%以下、Cr:0.35%以下、Ti:0.20%以下とした。

【0019】Znは、Mgとともに化合物を形成し、強度の向上に寄与する元素であるが、含有量が1.0重量%未満では、強化に寄与するMgZn₂相の生成量がすくなくなるため、十分な強度が得られず、一方、8.0重量%を越えると、強度は飽和するばかりでなく、押出性、耐食性、溶接性も低下する。そのため、Znの含有量は1.0~8.0重量%とした。

【0020】Mgも、Znとともに化合物を形成して強度の向上に寄与するが、含有量が0.2重量%未満では、強度の向上に寄与するMgZn₂相の生成量がすくなくなるため、十分な強度が得られず、一方、3.0重

量%を越えると、強度は飽和する上に、押出性が低下する。したがって、Mgの含有量は0.2~3.0重量%とした。

【0021】Cuは、時効強化を促進させ、合金の強度を上昇させる元素であるが、含有量が3.0重量%をこえると、押出性が低下するばかりでなく、耐食性および溶接性が大幅に低下する。そのため、Cuの含有量は3.0重量%以下とした。上記成分組成の範囲内の合金であっても、それだけでは押出用途に適した合金とはなり得ない。

【0022】本発明者らは、合金特性におよぼす晶出物のサイズおよび形状の影響を種々調査した結果、押出用ビレットの長手方向に平行で幅方向に垂直な断面で見られる最大径が40μm以上である晶出物の個数が200個/mm²以下で、かつ、最大径と最小径の比(最大径/最小径)が5.0以上である晶出物の個数が100個/mm²以下である時に、優れた押出性、耐食性、二次加工性を示すのに対して、最大径が40μm以上である晶出物の個数が200個/mm²以上存在するか、あるいは、最大径と最小径の比(最大径/最小径)が5.0以上である晶出物の個数が100個/mm²以上存在する場合には、押出性、耐食性および二次加工性が劣ることを見出した。よって、押出用ビレットの長手方向に平行で幅方向に垂直な断面で見られる最大径が40μm以上である晶出物の個数を200個/mm²以下、かつ、最大径と最小径の比(最大径/最小径)が5.0以上である晶出物の個数を100個/mm²以下と限定した。

【0023】次に、本発明におけるアルミニウム合金の製造方法について述べる。上記の晶出物サイズおよび形状を有する合金板を得るためにには、晶出物を微細分散、球状化する必要がある。本発明者らは、上記成分範囲のアルミニウム合金において、凝固時に晶出する金属間化合物のサイズおよび形状におよぼす添加元素の影響について詳細に検討し、晶出物の微細分散、球状化に対して、Na、Sr、Sb、Ca、Te、Ba、Li、K、Bi、P、As、Seの元素のうち1種以上を、鋳造凝固時に添加することが非常に有効であることを見出した。これらの元素は、上記アルミニウム合金の凝固時に、気泡あるいは化合物の形で金属間化合物物の晶出核となり、それらの微細分散、球状化に寄与していると考えられる。その添加量としては、0.005重量%未満では上記の効果は見られず、合計で0.3重量%を越えて添加すると、上記の効果は飽和するばかりでなく、機械的性質を低下させ、押出加工時に脆性割れを起こす危険性があるため、これらの元素の添加量は合計で0.05~0.3重量%とした。

【0024】本発明におけるアルミニウム合金の製造方法においては、上記成分範囲の合金を、従来の一般的な方法で溶解し、鋳造時に、Na、Sr、Sb、Ca、Te、Ba、Li、K、Bi、P、As、Seのうち1種

以上を合計で0.005~0.3重量%の範囲内で添加する。添加方法としては、これらの元素を金属単体として添加する方法、これらの元素を含むフラックスとして添加する方法、A1とこれらの元素の母合金として添加する方法などが適用できる。鋳造凝固後は、従来の一般的な板製造方法で、熱間押出加工、均熱処理によって押出材とする。

【0025】以上のように、本発明により、合金の成分組成を適切に調整するとともに、鋳造時に特定の元素を添加することによって、凝固時に晶出する金属間化合物のサイズおよび形状を制御することが可能になり、その結果、リサイクル材等の低純度の合金を原料としても、押出性、機械的性質、耐食性および二次加工性に優れたアルミニウム合金を提供することが可能となった。

【0026】

【実施例】次に、本発明を実施例で説明する。

(実施例1) 第1発明による押出用アルミニウム合金の実施例を比較例と対比させて説明する。表1に示す化学成分を有する各合金を溶解し、鋳造時に、溶湯量の0.1重量%に相当する金属Naを添加して凝固させた後、常法により、均熱処理および面削を行って熱間押出用素材とした。これらの素材を723Kで5分間予備加熱後、20m/分の押出速度で熱間押出成形を行い、押出型材を作製した。型材の形状は板厚2mm、一辺40mmのコ型である。得られた型材から50mm長さの試験片を切り出し、引張試験を実施し、引張特性を評価した。また、耐食性、押出性および二次加工性についても評価した。耐食性は、500時間の塩水噴霧後の錆発生状況から、○：錆なし、△：錆小、×：錆大、の三段階に評価した。押出性は、押出型材の作製の際の押出成形の容易さを、JIS A 6063合金の場合を100として相対評価した。また、二次加工性は、パンチ半径200mmのプレス曲げ試験を行い、曲げ加工性として、○：良好、△：しづ有り、×：割れ、の三段階で評価した。それらの結果を表2に示す。

【0027】表2から明らかなように、本発明によるアルミニウム合金は、いずれも、強度、耐食性、押出性および曲げ加工性に優れているが、比較材のアルミニウム合金の内、合金2-22、2-23、2-25、2-28、2-31、および2-32は、成分組成、晶出物のサイズおよび形状のいずれにおいても、本発明の条件を満たしていないため、耐食性、押出性および曲げ加工性のすべてに劣り、合金1-24および1-27~1-29は、合金組成および晶出物のサイズが本発明の条件を満たしていないため、耐食性、押出性および曲げ加工性のすべてに劣っている。合金1-23および1-25は晶出物のサイズおよび形状は本発明の条件を満たしているが、成分組成が本発明の範囲外であるため、強度、耐食性あるいは曲げ加工性のいずれかに劣っている。また、合金1-26はMg量が本発明の範囲を越えて多量に含有されているため、押

出型材の作製ができなかった。

(実施例2) 第2発明による押出用アルミニウム合金の実施例を比較例と対比させて説明する。表3に示す化学成分を有する各合金を溶解し、鋳造時に、溶湯量の0.1重量%に相当する金属Naを添加して凝固させた後、常法により、均熱処理および面削を行って熱間押出用素材とした。これらの素材を723Kで5分間予備加熱後20m/分の押出速度で熱間押出成形を行い、押出型材を作製した。型材の形状は板厚2mm、一辺40mmのコ型である。押出後、50mm長さの試験片を切り出し、813K×30分の溶体化処理を施し、その温度から水冷した後、453K×8時間の時効処理を行った。このようにして得られた各合金について、引張試験を実施し、引張特性を評価した。また、耐食性、押出性および二次加工性についても評価した。耐食性は、500時間の塩水噴霧後の錆発生状況から、○：錆なし、△：錆小、×：錆大、の三段階に評価した。押出性は、押出型材の作製の際の押出成形の容易さを、JIS A 6063合金の場合を100として相対評価した。また、二次加工性は、パンチ半径200mmのプレス曲げ試験を行い、曲げ加工性として、○：良好、△：しづ有り、×：割れ、の三段階で評価した。それらの結果を表4に示す。

【0028】表4から明らかなように、本発明によるアルミニウム合金は、いずれも、強度、耐食性、押出性および曲げ加工性に優れているが、比較材のアルミニウム合金の内、合金2-22、2-23、2-25、2-28、2-31、および2-32は、成分組成、晶出物のサイズおよび形状のいずれにおいても、本発明の条件を満足していないため、強度には優れているが、延性、耐食性、押出性および曲げ加工性のすべてに劣っており、合金2-30は晶出物の形状は本発明の条件を満たしているが、成分組成および晶出物のサイズが本発明の範囲外であるため、延性、耐食性、押出性および曲げ加工性のいずれに特性においても劣っている。合金2-21、2-24、2-26、2-27および2-29は、晶出物のサイズおよび形状は本発明の条件を満足しているが、成分組成が本発明の範囲外であるため、合金2-21および2-26は、耐食性、押出性および曲げ加工性に優れているが、強度が低く、合金2-24、2-27および2-29は、強度には優れているが、延性、耐食性、押出性および曲げ加工性のいずれの特性にも劣っている。

(実施例3) 第3発明による押出用アルミニウム合金の実施例を比較例と対比させて説明する。表5に示す化学成分を有する各合金を溶解し、鋳造時に、溶湯量の0.1重量%に相当する金属Naを添加して凝固させた後、常法により、均熱処理および面削を行って熱間押出用素材とした。これらの素材を723Kで5分間予備加熱後20m/分の押出速度で熱間押出成形を行い、押出型材

を作製した。型材の形状は板厚2mm、一辺40mmのコ型である。押出後、50mm長さの試験片を切り出し、733K×30分の溶体化処理を施し、その温度から水冷した後、393K×20時間の時効処理を行った。このようにして得られた各合金について、引張試験を実施し、引張特性を評価した。また、耐食性、押出性および二次加工性についても評価した。耐食性は、500時間の塩水噴霧後の錆発生状況から、○：錆なし、△：錆小、×：錆大、の三段階に評価した。押出性は、押出型材の作製の際の押出成形の容易さを、JISA7003合金の場合を100として相対評価した。また、二次加工性は、パンチ半径200mmのプレス曲げ試験を行い、曲げ加工性として、○：良好、△：しわ有り、×：割れ、の三段階で評価した。それらの結果を表6に示す。

【0029】表6から明らかなように、本発明によるアルミニウム合金は、いずれも、強度、耐食性、押出性および曲げ加工性に優れているが、比較材のアルミニウム合金の内、合金3-21、3-22、3-24、3-26、3-27、3-29、3-31および3-32は、成分組成、晶出物のサイズおよび形状のいずれにおいても、本発明の条件を満たしていないため、強度は優れているが、合金3-26を除いて、延性、耐食性、押出性および曲げ加工性のすべてに劣っている。合金3-26は強度および耐食性には優れているが、押出性および曲げ加工性に劣っている。合金3-23、3-25および3-28は、晶出物のサイズおよび形状においては、本発明の条件を満足しているが、成分組成が本発明の範囲外であるため、合金3-23は引張特性には優れているが、耐食性、押出性および曲げ加工性に劣り、合金3-25および3-28は延性、耐食性、押出性および曲げ加工性には優れているが、強度が不足している。合金3-30は晶出物の形状は本発明の条件を満足しているが、成分組成および晶出物のサイズが本発明の条件を満たしていないため、強度には優れているが、延性、耐食

性、押出性および曲げ加工性に劣っている。

(実施例4)表1、3および5中の合金1-2、2-2および3-2を溶解し、溶湯量の0.02~0.7重量%に相当する量のNa、Sr、Sb、Ca、Te、Ba、Li、P、AsおよびSeを単独あるいは複合で、それぞれ、金属単体で、それらの元素を含むフランクスの形で、あるいは、Alとそれらの元素の母合金の形で添加して凝固させた後、常法により、均熱処理、面削を行って熱間押出用素材とした。これらの素材を723Kで5分間予備加熱後、20m/minの押出速度で熱間押出成形を行い、押出型材を作製した。型材の形状は板厚2mm、一辺40mmのコ型である。押出後、50mm長さの試験片を切り出し、733K×30分の溶体化処理を施し、その温度から水冷した後、393K×20時間の時効処理を行った。このようにして得られた各合金について、引張試験を実施し、引張特性を評価した。また、耐食性、押出性および二次加工性についても評価した。耐食性は、500時間の塩水噴霧後の錆発生状況から、○：錆なし、△：錆小、×：錆大、の三段階に評価した。押出性は、押出型材の作製の際の押出成形の容易さを、合金1-2についてはJISA5052合金、合金2-2についてはJISA6063合金、合金3-2についてはJISA7003合金の場合を、それぞれ、100として相対評価した。また、二次加工性は、パンチ半径200mmのプレス曲げ試験を行い、曲げ加工性として、○：良好、△：しわ有り、×：割れ、の三段階で評価した。それらの結果を表7に示す。

【0030】表7から明らかなように、本発明による製造方法で製造されたアルミニウム合金板は、上記目標を達成しているが、比較法で製造されたアルミニウム合金板は、晶出物形態が本発明の条件をはずれるため、成形性および耐食性に劣っていることがわかる。

【0031】

【表1】

表1

合 金 No.	化 学 成 分 (w t %)								晶出物形態		
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Al	個数 [†]	形状 [‡]
本 堺 明 材	1-1	0.10	0.60	0.11	0.28	4.6	0.04	0.15	0.02	残部	100 12
	1-2	0.50	0.62	0.08	0.30	4.5	0.05	0.16	0.01	"	146 70
	1-3	0.80	0.61	0.11	0.29	4.6	0.06	0.15	0.02	"	174 86
	1-4	1.1	0.60	0.08	0.31	4.7	0.05	0.14	0.01	"	184 95
	1-5	0.48	0.15	0.10	0.30	4.5	0.06	0.15	0.02	"	87 73
	1-6	0.49	0.85	0.09	0.28	4.6	0.04	0.13	0.03	"	152 72
	1-7	0.48	1.3	0.10	0.31	4.8	0.05	0.15	0.03	"	189 72
	1-8	0.50	0.62	0.02	0.30	4.5	0.05	0.14	0.02	"	149 68
	1-9	0.51	0.60	0.25	0.28	4.6	0.06	0.14	0.01	"	153 66
	1-10	0.49	0.61	0.42	0.29	4.7	0.04	0.15	0.02	"	146 71
明 材 比 較 材	1-11	0.50	0.61	0.08	0.05	4.5	0.05	0.14	0.02	"	135 65
	1-12	0.49	0.62	0.09	0.75	4.5	0.04	0.14	0.01	"	160 71
	1-13	0.50	0.61	0.09	1.3	4.6	0.04	0.15	0.02	"	176 72
	1-14	0.51	0.60	0.08	0.31	2.5	0.06	0.13	0.01	"	148 68
	1-15	0.50	0.61	0.10	0.30	7.0	0.04	0.15	0.01	"	150 73
	1-16	0.50	0.60	0.10	0.31	4.5	0.14	0.15	0.01	"	160 71
	1-17	0.49	0.59	0.10	0.30	4.4	0.30	0.14	0.02	"	172 78
	1-18	0.48	0.62	0.09	0.31	4.6	0.05	0.05	0.01	"	143 76
	1-19	0.49	0.60	0.10	0.29	4.5	0.06	0.43	0.01	"	156 85
	1-20	0.50	0.61	0.08	0.30	4.7	0.04	0.15	0.15	"	152 70
比 較 材	1-21	1.6	0.62	0.08	0.31	4.5	0.05	0.16	0.01	"	265 227
	1-22	0.51	1.8	0.10	0.32	4.4	0.05	0.15	0.02	"	274 125
	1-23	0.50	0.62	0.80	0.32	4.6	0.06	0.15	0.02	"	153 71
	1-24	0.52	0.59	0.09	1.9	4.5	0.04	0.14	0.01	"	247 78
	1-25	0.51	0.60	0.09	0.30	0.50	0.05	0.15	0.01	"	147 67
	1-26	0.50	0.62	0.08	0.29	9.5	0.05	0.16	0.01	"	押出不可
	1-27	0.50	0.62	0.08	0.30	4.5	0.62	0.15	0.02	"	234 86
	1-28	0.52	0.60	0.10	0.31	4.6	0.05	0.75	0.02	"	225 77
	1-29	0.50	0.62	0.08	0.30	4.7	0.05	0.16	0.35	"	231 82
	1-30	1.7	0.65	0.75	0.29	4.4	0.05	0.15	0.01	"	273 267
	1-31	0.55	1.9	0.10	2.1	4.5	0.04	0.14	0.02	"	285 107
	1-32	1.6	1.7	0.10	0.32	4.6	0.05	0.15	0.02	"	356 277

[†]最大径 ≥ 40 μm である晶出物の個数[‡]最大径 / 最小径 ≥ 5.0 である晶出物の個数

【0032】

【表2】

表2

合金No.	引張特性			耐食性	押出性	曲げ加工性
	引張強さ MPa	0.2%耐力 MPa	全伸び %			
本 発 明 材	1-1	230	148	25.6	○	80
	1-2	292	149	25.0	○	65
	1-3	292	151	24.4	○	65
	1-4	294	152	23.6	○	65
	1-5	289	147	26.4	○	70
	1-6	293	151	24.6	○	65
	1-7	296	153	24.4	○	65
	1-8	292	149	25.0	○	65
	1-9	293	152	24.6	○	65
	1-10	294	154	24.4	○	65
	1-11	289	149	25.2	○	70
	1-12	292	153	24.4	○	65
	1-13	293	154	24.0	○	65
	1-14	212	97	26.4	○	90
	1-15	305	163	34.1	○	60
	1-16	295	153	24.4	○	65
	1-17	297	155	24.0	○	65
	1-18	289	148	25.4	○	70
	1-19	293	153	24.5	○	65
	1-20	293	154	24.3	○	65
比 較 材	1-21	297	157	18.3	△	50
	1-22	299	161	17.8	×	45
	1-23	294	156	21.5	×	65
	1-24	296	155	17.9	△	55
	1-25	167	67	21.8	○	100
	1-26	熱間押出不可のため、試験片できず。				
	1-27	295	155	17.3	△	55
	1-28	294	156	16.8	×	55
	1-29	296	157	16.3	△	50
	1-30	298	159	13.8	×	40
	1-31	299	159	13.3	×	35
	1-32	300	161	11.0	×	30

【0033】

【表3】

表3

合 金 N. o.	化 学 成 分 (w t %)								晶出物形態		
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Al	個数 ¹	形状 ²
本 免 明 材 比 較 材	2-1	0.30	0.60	0.11	0.28	0.60	0.04	0.15	0.02	残部	100
	2-2	0.70	0.62	0.08	0.30	0.59	0.05	0.16	0.01	"	156
	2-3	1.3	0.61	0.11	0.29	0.60	0.06	0.15	0.02	"	184
	2-4	0.70	0.15	0.08	0.31	0.58	0.05	0.14	0.01	"	84
	2-5	0.69	0.85	0.10	0.30	0.60	0.06	0.15	0.02	"	167
	2-6	0.69	1.3	0.09	0.28	0.61	0.04	0.13	0.03	"	182
	2-7	0.68	0.60	0.02	0.31	0.60	0.05	0.15	0.03	"	149
	2-8	0.70	0.62	0.25	0.30	0.57	0.05	0.14	0.02	"	150
	2-9	0.71	0.60	0.42	0.28	0.61	0.06	0.14	0.01	"	153
	2-10	0.69	0.61	0.12	0.05	0.59	0.04	0.15	0.02	"	140
明 材 比 較 材	2-11	0.70	0.61	0.08	0.75	0.60	0.05	0.14	0.02	"	165
	2-12	0.69	0.62	0.09	1.3	0.58	0.04	0.14	0.01	"	170
	2-13	0.70	0.61	0.09	0.28	0.25	0.04	0.15	0.02	"	156
	2-14	0.71	0.60	0.08	0.31	0.90	0.06	0.13	0.01	"	158
	2-15	0.70	0.61	0.10	0.30	1.3	0.04	0.15	0.01	"	159
	2-16	0.70	0.60	0.10	0.31	0.59	0.14	0.15	0.01	"	170
	2-17	0.69	0.59	0.10	0.30	0.62	0.30	0.14	0.02	"	178
	2-18	0.68	0.62	0.09	0.31	0.60	0.05	0.05	0.01	"	153
	2-19	0.69	0.60	0.10	0.29	0.61	0.06	0.43	0.01	"	166
	2-20	0.70	0.61	0.08	0.30	0.60	0.04	0.15	0.15	"	177
比 較 材	2-21	0.05	0.62	0.08	0.31	0.62	0.05	0.16	0.01	"	95
	2-22	1.7	0.59	0.10	0.32	0.61	0.05	0.15	0.02	"	254
	2-23	0.70	1.8	0.10	0.32	0.60	0.06	0.15	0.02	"	253
	2-24	0.72	0.58	0.80	0.29	0.63	0.04	0.14	0.01	"	167
	2-25	0.71	0.60	0.09	1.9	0.60	0.05	0.15	0.01	"	227
	2-26	0.70	0.62	0.08	0.29	0.08	0.05	0.16	0.01	"	154
	2-27	0.70	0.62	0.08	0.30	1.9	0.05	0.15	0.02	"	184
	2-28	0.72	0.60	0.10	0.31	0.61	0.65	0.14	0.02	"	234
	2-29	0.70	0.62	0.08	0.30	0.60	0.05	0.76	0.01	"	187
	2-30	0.71	0.65	0.09	0.29	0.59	0.05	0.15	0.35	"	223
	2-31	1.8	0.61	0.10	2.1	0.62	0.04	0.14	0.02	"	295
	2-32	1.6	1.7	0.90	0.32	0.60	0.75	0.15	0.02	"	336

¹最大径 ≥ 40 μm である晶出物の個数²最大径 / 最小径 ≥ 5.0 である晶出物の個数

【0034】

【表4】

表4

合金No.	引張特性			耐食性	押出性	曲げ加工性
	引張強さ MPa	0.2%耐力 MPa	全伸び %			
本 発 明 材	2-1	230	228	15.6	○	95
	2-2	285	265	13.0	○	90
	2-3	306	286	12.2	○	90
	2-4	290	260	14.6	○	95
	2-5	299	257	12.4	○	90
	2-6	301	269	12.2	○	85
	2-7	294	264	13.1	○	90
	2-8	298	268	13.0	○	90
	2-9	299	270	12.9	○	85
	2-10	292	262	13.5	○	90
	2-11	296	266	12.8	○	85
	2-12	298	268	12.5	○	80
	2-13	236	217	16.4	○	100
	2-14	292	262	13.8	○	90
	2-15	293	264	13.6	○	80
	2-16	296	266	12.8	○	85
	2-17	297	267	12.4	○	80
	2-18	295	265	13.0	○	90
	2-19	298	269	12.7	○	90
	2-20	296	266	12.7	○	85
比 較 材	2-21	137	97	20.3	○	95
	2-22	299	271	9.8	△	55
	2-23	298	266	8.5	×	45
	2-24	312	288	10.9	×	65
	2-25	285	264	7.8	△	55
	2-26	198	142	18.9	○	100
	2-27	265	235	9.3	△	45
	2-28	294	256	7.8	△	55
	2-29	298	267	9.3	×	60
	2-30	298	269	7.8	△	55
	2-31	299	269	6.3	△	45
	2-32	305	289	6.0	×	35

【0035】

【表5】

表5

合 金 No.	化 学 成 分 (w t %)									晶出物形態		
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Al	サイズ ¹	形状 ²	
本 發 明 材	3-1	0.10	0.60	0.11	0.28	1.2	0.04	4.5	0.02	残部	101	16
	3-2	0.50	0.62	0.08	0.30	1.1	0.05	4.6	0.01	"	155	70
	3-3	1.1	0.61	0.11	0.29	1.2	0.06	4.6	0.02	"	187	89
	3-4	0.51	0.15	0.08	0.31	1.3	0.05	4.8	0.01	"	86	97
	3-5	0.50	1.3	0.10	0.30	1.2	0.06	4.4	0.02	"	169	79
	3-6	0.49	0.58	0.02	0.28	1.1	0.04	4.5	0.03	"	150	69
	3-7	0.48	0.60	0.30	0.31	1.2	0.05	4.5	0.03	"	156	72
	3-8	0.50	0.62	0.75	0.30	1.2	0.05	4.6	0.02	"	160	76
	3-9	0.51	0.60	1.3	0.28	1.1	0.06	4.5	0.01	"	167	79
	3-10	0.49	0.61	2.5	0.29	1.3	0.04	4.7	0.02	"	174	83
材 比 較 材	3-11	0.50	0.61	0.08	0.75	1.2	0.05	4.6	0.02	"	165	76
	3-12	0.49	0.62	0.09	1.3	1.3	0.04	4.5	0.01	"	171	87
	3-13	0.50	0.61	0.09	0.28	0.50	0.04	4.4	0.02	"	153	64
	3-14	0.51	0.60	0.08	0.31	2.3	0.06	4.4	0.01	"	159	67
	3-15	0.50	0.61	0.10	0.30	1.3	0.14	4.5	0.01	"	163	77
	3-16	0.50	0.60	0.10	0.31	1.2	0.32	4.5	0.01	"	175	79
	3-17	0.49	0.59	0.10	0.30	1.2	0.05	4.5	0.02	"	145	69
	3-18	0.48	0.62	0.09	0.31	1.1	0.05	6.0	0.01	"	169	76
	3-19	0.49	0.60	0.10	0.29	1.2	0.06	7.5	0.01	"	172	79
	3-20	0.50	0.61	0.08	0.30	1.2	0.04	4.6	0.15	"	177	82
比 較 材	3-21	1.7	0.62	0.08	0.31	1.1	0.05	4.5	0.01	"	225	156
	3-22	0.51	1.8	0.10	0.32	1.2	0.05	4.5	0.02	"	250	135
	3-23	0.50	0.58	4.3	0.32	1.2	0.06	4.6	0.02	"	182	95
	3-24	0.51	0.59	0.10	1.9	1.1	0.04	4.6	0.01	"	246	147
	3-25	0.51	0.58	0.09	0.30	0.05	0.05	4.5	0.01	"	162	73
	3-26	0.49	0.59	0.10	0.29	4.5	0.04	4.6	0.02	"	212	101
	3-27	0.51	0.60	0.09	0.30	1.2	0.65	4.5	0.01	"	230	125
	3-28	0.50	0.59	0.10	0.29	1.1	0.05	0.46	0.01	"	173	71
	3-29	0.50	0.62	0.08	0.29	1.2	0.05	9.5	0.01	"	205	112
	3-30	0.50	0.62	0.08	0.30	1.1	0.05	4.6	0.35	"	223	87
	3-31	1.8	0.60	4.5	0.31	1.2	0.55	4.5	0.40	"	298	163
	3-32	1.7	1.8	0.08	0.30	1.2	0.05	4.6	0.01	"	342	270

¹最大径 $\geq 4.0 \mu\text{m}$ である晶出物の個数²最大径/最小径 ≥ 5.0 である晶出物の個数

【0036】

【表6】

表6

合金No.	引張特性			耐食性	押出性	曲げ加工性
	引張強さ MPa	0.2%応力 MPa	全伸び %			
本 発 明 材	3-1	356	293	16.6	○	85
	3-2	360	295	15.0	○	80
	3-3	362	296	14.8	○	75
	3-4	357	292	15.6	○	85
	3-5	364	298	14.6	○	75
	3-6	358	289	15.2	○	80
	3-7	362	297	14.8	○	80
	3-8	364	298	14.7	○	80
	3-9	369	300	14.5	○	75
	3-10	372	303	14.5	○	70
	3-11	361	296	14.8	○	75
	3-12	363	297	14.5	○	70
	3-13	345	288	16.4	○	100
	3-14	364	297	14.8	○	75
	3-15	362	296	14.6	○	80
	3-16	363	297	14.4	○	75
	3-17	332	278	15.4	○	85
	3-18	365	300	14.4	○	75
	3-19	370	304	14.0	○	70
	3-20	361	296	14.7	○	80
比 較 材	3-21	362	296	9.3	△	55
	3-22	364	297	9.8	×	50
	3-23	373	304	13.5	×	65
	3-24	363	298	8.9	△	55
	3-25	295	254	17.8	○	85
	3-26	348	272	18.9	○	40
	3-27	361	296	8.3	△	55
	3-28	244	216	19.8	○	85
	3-29	378	313	7.3	×	55
	3-30	363	299	7.8	△	50
	3-31	364	299	6.3	×	45
	3-32	365	300	6.0	×	35

【0037】

【表7】

表7

	合金	添加元素	添加量%	添加方法	晶出物形態		引張特性			耐食性	押出性	曲げ加工性	
					サイズ ^①	形状 ^②	引張強さMPa	0.2%耐力MPa	全伸び%				
本発明法	1-2	Na	0.1	金属	146	70	292	149	25.0	○	65	○	
			0.1	ラックス	151	73	293	151	24.7	○	65	○	
			0.1	母合金	143	68	289	143	26.1	○	65	○	
		Sr	0.1	金属	151	75	294	153	24.5	○	65	○	
		Sb	0.1	金属	153	77	295	154	24.3	○	65	○	
		Ca	0.007	金属	171	81	299	160	23.8	○	65	○	
			0.1	金属	164	77	294	150	24.9	○	65	○	
			0.2	金属	159	70	287	147	25.6	○	65	○	
		Te	0.1	金属	166	78	296	152	24.7	○	65	○	
		Ba	0.1	金属	168	80	296	154	24.4	○	65	○	
		Li	0.1	金属	172	81	297	155	24.1	○	65	○	
		P	0.1	金属	174	80	296	152	24.8	○	65	○	
		As	0.1	金属	174	85	297	154	24.7	○	65	○	
		Se	0.1	金属	175	86	299	156	24.4	○	65	○	
		Na+P	0.1	金属	168	72	289	148	26.2	○	65	○	
		Sr+As	0.1	金属	171	74	292	150	25.1	○	65	○	
		Ca+Se	0.1	金属	172	75	291	152	25.0	○	65	○	
	2-2	Na	0.1	金属	156	71	295	265	13.0	○	90	○	
		Ca	0.1	金属	157	73	298	266	12.8	○	90	○	
		Na+P	0.1	金属	152	68	297	264	13.3	○	90	○	
	3-2	Sr	0.1	金属	159	76	295	264	12.7	○	80	○	
		Ca	0.1	金属	162	78	292	264	12.5	○	80	○	
		Ca+Se	0.1	金属	159	69	289	262	13.5	○	80	○	
比較法	1-2	無添加				323	231	299	162	16.9	△	45	×
	2-2					343	243	298	272	8.0	△	55	×
	3-2					345	240	299	275	7.8	△	55	×
	2-2	Ca	0.002	金属	331	235	296	268	7.5	△	55	×	
		Ca	0.5	金属	295	178	300	271	6.4	×	50	×	
		Na+P	0.7	金属	273	180	301	269	5.9	×	45	×	

*¹最大径≥40μmである晶出物の個数*²最大径/最小径≥5.0である晶出物の個数

【0038】

【発明の効果】以上のお説明のように、本発明による押出用アルミニウム合金は、スクラップ等のリサイクル材を原料としても、優れた押性、機械的性質、耐食性および

二次加工性を低コストにて発揮できることから、鉄道車両、船舶、自動車、その他の広範な用途に使用できるものである。したがって、本発明は工業的価値の極めて高い発明であるといえる。

フロントページの続き

(51) Int.CI.6	識別記号	F I
// C 22 F 1/00	601	C 22 F 1/00
	612	612
	640	640A
	681	681